

Aus dem Hygiene-Institut der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
ehem. Direktor: Professor Dr. Kliewe

DER EINFLUSS DES ZÄHNEPUTZENS AUF DIE SPEICHELFLORA

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität
Mainz

vorgelegt von
Gertrud Hilde Mattern
aus Saarbrücken

Mainz 1964

1965-

Aus dem Hygiene-Institut der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
ehem. Direktor: Professor Dr. Kliewe

DER EINFLUSS DES ZÄHNEPUTZENS AUF DIE SPEICHELFLORA

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität
Mainz

vorgelegt von
Gertrud Hilde Mattern
aus Saarbrücken

Mainz 1964

Dekan: Professor Dr. med. G. Korting
Referent: Professor Dr. med. Th. Lammers
Correferent: Prof. Dr. med. H. Kliewe

Tag der mündlichen Prüfung: 25. Juni 1965

Dem Andenken
meines Mannes gewidmet

Inhaltsübersicht

I. <u>Einleitung</u>	Seite 1
II. <u>Die Bedeutung des Zähne- putzens für die Mundhygiene</u>	" 3
1. Der klinische Befund als Kriterium der Wirksamkeit von Zahnpasten	" 3
2. Klinisch-chemische Untersuchungsergebnisse des Speichels unter Zahnpastenbenutzung	" 8
a) pH - Wert des Speichels	" 8
b) Sauerstoffatmung	" 11
c) Phosphataseaktivität	" 12
3. Tierexperimentelle Studien mit Zahnpasten	" 13
4. Bakteriologische Untersuchungsergebnisse mit Zahnpasten	" 16
III. <u>Eigene bakteriologische Untersuchungen über den Wert des Zähneputzens für die Mundhygiene</u>	" 24
1. Untersuchungsmethoden	" 24
2. Ergebnisse	" 25
IV. <u>Diskussion der erzielten Untersuchungsergebnisse</u>	" 43
V. <u>Zusammenfassung</u>	" 44
VI. <u>Schrifttum</u>	" 46

I. In jüngerer Zeit sind die Erkrankungen der Zähne und des Zahnfleisches in ständiger Zunahme begriffen. Nach Mitteilungen des "Deutschen Ausschusses für Jugendzahnpflege" sind in vielen Gegenden der Bundesrepublik die Schulkinder zu 60-70 % von der Zahnkaries befallen. So ist es eine der wichtigsten Aufgaben der heutigen Medizin geworden, nach Möglichkeiten der Vorbeugung dieser Erkrankung zu forschen. Dabei ist es für unsere Zeit charakteristisch, dass unter Mundhygiene im allgemeinen nur das Zähneputzen verstanden wird. Es wird häufig verkannt, dass zahnärztliche, chirurgische und kieferorthopädische Massnahmen, ferner Ernährungsgewohnheiten für die Mundhygiene wichtiger sind, als die Anwendung dieser oder jener Zahnpaste. So hat die individuelle Prophylaxe durch den Zahnarzt in letzter Zeit sowohl im Hinblick auf die Vorbeugung der Zahnkaries als auch der Parodontopathien erhebliche Fortschritte gemacht. Die Prophylaxe durch das Zähneputzen aber hat bis heute den Stand der mechanischen Zahn- und Mundreinigung kaum überschritten, wenn wir von Propaganda-Argumenten der Zahnpasten-Industrie absehen, die nur selten einen wissenschaftlich gesicherten Boden besitzen.

Die Situation wird verständlich, wenn wir bedenken, dass man noch bis in die heutige Zeit die Zahnreinigung zur Kosmetik rechnet, also nicht der Hygiene, sondern der Schönheitspflege zuzählt. Erst seit wenigen Jahren putzen wir uns die Zähne bewusster, um den um sich greifenden Schäden an Zahn und Zahnfleisch entgegen zu wirken. So wird heute das Zähneputzen unseren Schulkindern - nicht zuletzt über die Schulzahnpflege - nahegebracht, ohne dass wir über den Wert des Zähneputzens und die Wahl der Zahnpaste wissenschaftlich fundierte Aussagen machen können.

Wir wissen bis heute nicht einmal, wie stark und in welcher Weise das Zähneputzen auf die biologischen Verhältnisse in der Mundhöhle einwirkt, und neuere Zusatzmittel zu Zahnpasten sind weniger auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse, als vielmehr zu Zwecken der Werbung inkorporiert worden.

Da heute für die Erhaltung der Volksgesundheit eine optimale Mundpflege gefordert werden muss, sind vielfach variierte Untersuchungen über Zahn- und Mundpflegemittel nötig geworden. Im Rahmen dieser Aufgabe haben wir den Einfluss des Zähneputzens auf das bakteriologische aerobe Speichelbild geprüft.

II. Die Bedeutung des Zähneputzens für die Mundhygiene

Da die Zahnpaste heute im Angelpunkt der kollektiven Mundhygiene steht, hat es nicht an Versuchen gefehlt, die Bedeutung des Zähneputzens für die Gesunderhaltung der Zähne zu objektivieren. Untersuchungen an relativ grossen Probandenkreisen sind in den letzten Jahren an verschiedenen Stellen mit unterschiedlichen Fragestellungen durchgeführt worden. Als Kriterien wurden dabei der klinische Befund, ferner klinisch-chemische und auch schon bakteriologische Befunde benutzt.

1. Mit Hilfe des klinischen Befundes wurden z.B. Zahnpastenzusätze wie Ammonium, Chlorophyll, Penicillin, Laurylsarkosinat und Fluor in ihrer Wirkung objektiviert. So einfach es zunächst erscheint, die prophylaktische Wirksamkeit einer Zahnpaste mit Hilfe des klinischen Befundes zu verifizieren, so sehr ist aber auch der klinische Befund ein subjektives Kriterium. Baume (2) hat sich um die Normung der klinischen Untersuchungsmethoden verdient gemacht, was in den "Allgemeinen Grundsätzen für eine internationale Normung der Kariesstatistiken" der "Europäischen Arbeitsgemeinschaft für Fluorforschung und Kariesprophylaxe" seinen Niederschlag gefunden hat. Hodge (30) hat den von Dean und Mitarbeitern geschaffenen DMF-Index interpretiert, der für die U.S.A. Gültigkeit besitzt. Klinische Untersuchungen über den Wert von Pastenzusätzen wurden vor allem von Kesel (35), Stephan und Miller (58), Henschel und Lieber (25) durchgeführt. Auch die Untersuchungen von Werner und Hafer (63), Zander (64), Hill und Kniesner (27) sind hier zu erwähnen. Die durch die klinische Beobachtung gewonnenen Ergebnisse widersprachen sich häufig. Während Zander

z.B. eine starke Reduktion der Kariesaktivität durch Penicillin-zusatz feststellte, kamen Hill und Kniesner, ebenso Walsh und Mitarbeiter (61), ferner Hill, Sims und Newmann (29) auf Grund ihrer klinischen Beobachtungen zu der Ansicht, dass der Penicillin-zusatz für die Kariesprophylaxe ungeeignet ist. Heute noch sind in Zahnpasten sog. Antienzyme als Zusätze, die Fosdick und Mitarbeiter (15) auf Grund eingehender klinischer Studien als brauchbar für die Kariesprophylaxe bewertet haben.

Im letzten Jahrzehnt fand der Zusatz von F l u o r -salzen zu Zahnpasten in den U.S.A., besonderes wissenschaftliches Interesse.

Im Jahre 1932 hatte McKay (49) zum erstenmal darauf hingewiesen, dass in endemischen Fluorgebieten die Kariesfrequenz geringer sei. Im Laufe der Zeit wurde im Rahmen der exogenen Anwendung von Fluor auch die Verwendung fluorhaltiger Zahnpasten empfohlen. Bibby (3) berichtet 1945 über Ergebnisse einer zweijährigen klinischen Studie bei Schulkindern aus zwei Waisenhäusern und bei Studenten eines zahnärztlichen Instituts. Bei dem Versuch wurde die im Jahr dreimal durchgeführte Applikation einer konzentrierten Fluorlösung von Seiten des Zahnarztes durch die tägliche Anwendung eines Zahnreinigungsmittels geringerer Konzentration ersetzt. Die Versuchsteilnehmer wurden durch den Zahnarzt auf ihren Zahnbefund mit Spiegel und Sonde untersucht. Die Probanden waren in 4 Gruppen eingeteilt, die Durchschnittsbefall, überdurchschnittliche und unterdurchschnittliche Zahnkariesaktivität zeigten. Ausserdem war bei Beginn des Versuchs in jeder Gruppe etwa die gleiche Probandenzahl, die kariesfreie Zahnoberflächen aufwiesen. Die 4 Gruppen waren in Versuchs- und Kontrollgruppen unterteilt. Eine amerikanische Firma lieferte die "Versuchszahnpflegemittel": Eine Paste mit 0,01 % Fluor, eine Kontrollpaste ohne Fluor, ein

Mundwasser mit 0,01 % Fluor und ein Kontrollwasser ohne Fluor. Das Zähneputzen wurde unter Aufsicht durchgeführt. Etwa 6 Monate nach Versuchsbeginn wurde bei 40 Kindern eine Überprüfung des Zahnbefundes vorgenommen. Die Kinder, welche eine fluorhaltige Zahnpaste benutzt hatten, zeigten eine Reduktion der Zahnkaries. Die Höhe der Reduktion wurde nicht angegeben. Ein Jahr nach Versuchsbeginn wurden alle an dem Versuch beteiligten Personen auf Kariesbefall untersucht. Bei den Versuchspersonen zeigte sich nach einjähriger Benutzung von Zahnpaste und Mundwasser kein wesentlicher Rückgang im Auftreten neuer kariöser Defekte. Dann wurden Pasten und Mundwasser verwendet, die den zehnfachen Fluorgehalt, also 0,1 %, enthielten. Es zeigte sich auch jetzt bei den Probanden keine Reduktion der Kariesfrequenz. Der Autor fügte hinzu, dass ihn diese Ergebnisse bei Erwachsenen nicht überrascht hätten, da sie mit den Ergebnissen von Arnold und Mitarbeiter (1) vom Jahre 1944 übereinstimmten. Diese Forscher hatten schon früher Versuche an Kadetten der Küstenwache unter Anwendung eines fluorhaltigen Mundwassers durchgeführt. Von Bibby (4) wurden weitere Untersuchungen mit fluorhaltigen Zahnpasten durchgeführt. 72 Jungen im Alter von 5 - 16 Jahren verwandten eine flüssige fluorhaltige Zahnpaste. Bei einer Nachuntersuchung konnte nach dem ersten und zweiten Versuchsjahr keine Reduktion der Zahnkaries im Vergleich zur Kontrollgruppe ermittelt werden. Auffallend war bei diesem Versuch, dass sowohl in der Versuchs- als auch in der Kontrollgruppe im zweiten Jahr (ein Kriegsjahr) nur 1/3 der während des ersten Jahres festgestellten Kariestätigkeit aufgetreten war. Hier wird deutlich, dass sich bei langdauernden klinischen Erprobungen Fehlbeurteilungen durch Änderungen der Ernährung ergeben können.

Bei zwei weiteren an Studenten durchgeführten Untersuchungen wurde von einer Gruppe fluorhaltige Zahnpaste benutzt. Die andere Gruppe verwandte ein flüssiges Zahnpflegemittel, ebenfalls mit Fluorzusatz. Es konnte jedoch keine Reduktion der Zahnkaries festgestellt werden. Die Wirkungslosigkeit führte der Autor darauf zurück, dass die Probanden einer Altersklasse angehörten, die erfahrungsgemäss nicht die grösste Kariesanfälligkeit zeigt (Bibby, 4).

Jorden und Mitarbeiter (33) führten ebenfalls einen Versuch mit fluorhaltiger Zahnpaste durch. Der Versuch umfasste 628 Kinder, die in zwei verschiedenen Schulen untergebracht waren; die Kinder der einen Schule erhielten zinnfluoridhaltige Zahnpaste, die der anderen Schule Kontrollpaste. Die Kinder putzten ihre Zähne zuhause nach jeder Mahlzeit und täglich einmal unter Aufsicht in der Schule. Nach einjähriger Anwendung zeigte sich bei der Nachuntersuchung, dass die Kinder der Versuchsgruppe 35 % weniger DMF-Oberflächen hatten als die Kinder der Kontrollgruppe. An occlusalen Zahnoberflächen betrug die Kariesreduktion 23 %, an buccalen und lingualen Oberflächen sogar 41 %.

Muhler und Mitarbeiter (50) konnten auf Grund eines Versuches mit zinnfluoridhaltiger Zahnpaste bei Kindern über eine Kariesreduktion von 53 % an DMF-Zähnen berichten. Im Verlauf eines späteren Versuchs, den die gleichen Autoren mit 514 Kindern durchführten (51), wurde ebenfalls zinnfluoridhaltige Zahnpaste zur Anwendung gebracht. In der Versuchsgruppe zeigte sich ein Kariesrückgang von 50,6 % an DMF-Zähnen und 49,3 % an kariösen Zahnoberflächen. Nach Ansicht der Autoren wirkte sich die zinnfluoridhaltige Zahnpaste am stärksten auf bereits erkrankte Zahnoberflächen aus, insbesondere, wenn diese im proximalen Bereich liegen.

Heuser und Kessler (26) versuchten durch k o m b i n i e r t e Anwendung einer ammoniumhaltigen Zahnpaste und Fluorpinselungen eine Kariesreduktion zu erreichen. Wenn eine ammoniumhaltige Zahnpaste bei Schulkindern allein angewandt wurde, kam es in etwa 35 % der Fälle zur Kariesreduktion; wurde die 2 %ige Natriumfluorid-Lösung allein angewandt, war eine Kariesreduktion bei etwa 38 % festzustellen. Wenn beides zusammen angewandt wurde, betrug die Kariesverminderung sogar 48 - 63 %.

Nicht nur Zahnpasten mit spezifischen Zusätzen sondern auch n e u t r a l e Zahnpasten wurden auf ihre kariesreduzierende Wirksamkeit geprüft.

Fosdick (16) führte einen Versuch mit 946 Personen an verschiedenen Universitäten durch. 523 Personen gehörten der Versuchsgruppe und 423 Personen der Kontrollgruppe an. Die Gruppen waren hinsichtlich Mundverhältnisse, Alter und Geschlecht vergleichbar. Die Zähne aller Versuchspersonen wurden vor Beginn mit Spiegel, Sonde und Röntgenaufnahmen untersucht. Die Probanden der Versuchsgruppe wurden angewiesen, die Zähne nach den Haupt- und nach den Zwischenmahlzeiten sofort gründlich zu putzen und den Mund auszuspülen. Die Kontrollgruppe sollte ihre Zahnpflege wie gewohnt weiterführen. Nach einem und nach zwei Jahren wurden Nachuntersuchungen durchgeführt. Das Ergebnis war, dass die Versuchspersonen nach dem ersten Jahr etwa 63 % und nach zwei Jahren etwa 50-60 % weniger Kariesschäden hatten als die Personen der Kontrollgruppe. Im zweiten Versuchsjahr war die Kariesreduktion etwas geringer. Diesen bedeutenden Unterschied im Kariesbefall führt der Autor hauptsächlich auf die Beseitigung der Kohlehydrate unmittelbar nach dem Essen zurück.

Überblicken wir die in der Weltliteratur angeführten klinischen Untersuchungen, deren Aufgabe es war, den Wert von Zusätzen zu Zahnpasten für die Mundhygiene zu objektivieren, so scheinen sie im allgemeinen doch zweckoptimistisch gefärbt zu sein. Die Anwendung von Zahnpasten ohne bestimmte Zusätze ergaben bei Fosdick (16) eine Kariesreduktion von etwa 60 %. Bei Zusatz bestimmter Stoffe zu Zahnpflegemitteln konnte nach Feststellungen von Kerr und Kesel (34) die Karies um 20,5 % reduziert werden; dagegen ermittelte Fosdick (15) eine Kariesverminderung, die um 47 % stärker war, als die der Kontrollpersonen.

Die in diesen Ergebnissen zutage tretenden subjektiven Färbungen der Untersuchungsergebnisse und die daraus resultierende Fehlbeurteilung der Bedeutung von Pastenzusätzen hat man schon seit längerer Zeit dadurch zu umgehen versucht, dass man nicht nur den Befund des Gebisses beurteilte, sondern bestimmte chemische und bakteriologische Kriterien benutzte.

- 2a) Ein bedeutsames Kriterium ist sicherlich der pH - A b f a l l im Zahnbelag nach Zuckerberieselung. Zur Ermittlung der Disposition zur Zahnkaries wurde deshalb von Stephan und Miller (59) der pH-Wert des Zahnbelages mehrerer Zahnoberflächen mit Hilfe einer spitzen Antimonelektrode, die mit einem pH-Meter verbunden ist, gemessen. Die Autoren konnten zeigen, dass die Bildung von Säuren, die zur Auflösung des Schmelzes führen, schon 2 Minuten nach Einbringen von Zucker in die Mundhöhle erfolgt.
- In einer anderen Arbeit wertete Stephan (56) die unterschiedlichen pH-Werte bei kariesaktiven und kariesresistenten Personen nach Zuckerberieselung graphisch aus. Der Versuch wurde mit 65 Personen durchgeführt, die nach Zahnbefund und Kariesaktivität in 5 Gruppen eingeteilt waren. Als Material für die pH-Wertmessung wurden die Beläge von den oberen und unteren Frontzähnen entnommen. Die

pH-Wertmessung ergab vor der Zuckerberieselung im allgemeinen neutrale Werte, ausgenommen die Fälle, die eine hohe Kariesaktivität zeigten. Dort lagen die pH-Werte durchweg etwas niedriger; mit steigender Kariesaktivität konnte zunehmende Säureintensität beobachtet werden. Die pH-Werte der kariesinaktiven Fälle bewegten sich im Bereich von pH 6,4 - 8,3 im Gegensatz zu den kariesaktiven Fällen, wo die Werte im pH-Bereich von 5,1 - 6,3 lagen. Jedoch wurde in keinem Falle ein pH-Wert von 5,0 oder darunter vor der Zuckerberieselung beobachtet. Nach der Zuckerberieselung konnte nur bei kariesaktiven Personen fast regelmässig ein pH-Wert von 5,0 oder darunter an den Labialflächen der Frontzähne gefunden werden. Dem Autor scheinen für das Zustandekommen dieser Unterschiede 3 Faktoren bedeutend zu sein und zwar:

1. Obgleich die Zahnbeläge sowohl bei kariesaktiven wie bei kariesresistenten Personen Bakterien enthalten, wirkt sich die grössere Wasserstoffionenkonzentration bei Kariesaktiven durch Entstehung neuer Defekte aus.
2. Die Gegenwart von Kohlehydraten ist für die Säurebildung wesentlich, da es nur nach Glucoseapplikation zu einem Absinken des pH-Wertes unter 5,1 gekommen ist.
3. Der allgemein grössere Kariesbefall bei den oberen Frontzähnen gegenüber den unteren ist darauf zurückzuführen, dass die Zähne des Oberkiefers weniger von Speichel umspült werden. Damit ist auch der unterschiedliche pH-Wert in verschiedenen Zahnabschnitten bei der gleichen Person zu erklären.

Stephan (57) stellte weiterhin fest, dass nach einer 4 Minuten langen Spülung mit einer 50%igen wässrigen Harnstofflösung und anschliessender Nachspülung mit destilliertem Wasser der pH-Wert in den Zahnbelägen angestiegen war. Selbst nach Zucker-

berieselung hielt dieser pH-Anstieg für die Dauer von 24 Stunden an.

Fosdick (15) untersuchte die Wirkung eines penicillinhaltigen Zahnpulvers bei 60 Personen, um festzustellen, ob es die Bildung eines pH-Wertes unterhalb von 5,5 im Zahnbelag verhindern würde. Der niedrigste pH-Wert, der sich nach Zuckerberieselung und Penicillin-Anwendung bildete, war 6,0, lag also oberhalb des isoelektrischen Punktes für den Zahnschmelz.

Lefkowitz und Singer (45) untersuchten die Wirkung von Harnstoff und Diammoniumphosphat auf den pH-Wert der Zahnoberflächen. Sie konnten feststellen, dass Spülungen mit Wasser oder einem gewöhnlichen Mundwasser den pH-Wert der Zahnbeläge unbeeinflusst liessen. Nach einer Mundspülung mit einer Lösung, die 3 % Harnstoff und 5 % Diammoniumphosphat enthielt, stieg der pH-Wert zur alkalischen Seite hin an und blieb für die Dauer von 1 Stunde konstant. Enthielt die Lösung dagegen 13 % Harnstoff und 3 % Diammoniumphosphat, so stieg der pH-Wert stärker an und war für etwa 2 Stunden auf dieser Höhe zu halten.

Fosdick (15) untersuchte auch den Einfluss von Laurylsarkosinat auf den pH-Wert der Zahnoberflächen. Er suchte solche Probanden aus, deren Zahnbeläge nach Zuckerberieselung einen pH-Wert von 5,2 zeigten. Diese Personen erhielten eine Zahnpaste mit Laurylsarkosinat als Wirkstoff, mit der sie 7 Tage lang 2 mal täglich ihre Zähne putzten. Am Prüfungstag hatten sie das Zähneputzen zu unterlassen; nach Spülung des Mundes mit Glucoselösung wurde der pH-Wert in den Zahnplaques bestimmt. Es konnte festgestellt werden, dass trotz Spülens Laurylsarkosinat noch nach 48 Stunden auf den Zahnoberflächen nachzuweisen war, d.h. der pH-Wert den Stand von 5,5 oder darunter nicht erreichte.

b) Kröncke und Naujoks (36) fanden, dass die S a u e r s t o f f - a u f n a h m e des Speichels ein geeigneter Test ist, um Kariesresistenz bzw. Kariesanfälligkeit festzustellen. Besonders der Nüchternspeichel schien ihnen dazu geeignet zu sein. Als Versuchspersonen wählten sie solche, die entweder als kariesresistent oder als kariesanfällig anzusprechen waren, also extreme Gruppen. Den Speichel einer dritten Gruppe von Personen, die weder kariesresistent noch kariesanfällig war, ordneten sie in einen "fraglichen Bereich" ein. Auf Grund ihrer Ergebnisse bei der Messung der Sauerstoffaufnahme des Nüchternspeichels zogen sie Rückschlüsse auf die Kariesaktivität.

In einer weiteren Untersuchungsreihe bestätigten sich ihre Ergebnisse (Bramstedt, Kröncke, Naujoks, Vonderlinn (6)).

Die verminderte Sauerstoffaufnahme des Speichels kariesanfälliger Personen wurde auf Störungen im ATP - System zurückgeführt.

Die Sauerstoffaufnahme war als Masstab für die im Speichel stattfindenden Abbauvorgänge des Kohlehydratstoffwechsels anzusehen. Die Verbrennung von Glucose, BTS, Glutaminsäure und Asparaginsäure erfolgt im Speichel kariesanfälliger Personen langsamer als bei kariesresistenten. Der Zusatz von Faktoren des ATP-Systems bewirkt bei kariesresistenten eine geringe, bei kariesanfälligen Personen eine stärkere Steigerung der Substratverbrennung. Die Autoren kommen zu der Schlussfolgerung, dass bei kariesanfälligen Personen die verminderte Substrat-oxydation wahrscheinlich auf Störungen der oxydativen Phosphorylierung zurückzuführen ist, da sich bei Zugabe von ADP bzw. DPN die Substratverbrennung verbessert.

Die Autoren verweisen auf Versuchsergebnisse von Lammers (39), nach denen bei Kariesanfälligen der Zuckerabbau überwiegend

anaerob verläuft (Gärung). Lammers (40) bezeichnet das vermehrte Auftreten anoxydativ abbauender Fermente im Speichel Kariesanfälliger als Angelpunkt der Kariesentstehung.

Auch Burnett (8) fand deutliche Unterschiede im Sauerstoffgehalt des Speichels bei kariesanfälligen und kariesresistenten Personen. Die von Eggers Lura festgestellte Atmungshemmung nach Verwendung chlorophyllhaltiger Zahnpasten ist nach Beobachtung von Hafer (20) auf die Hemmung der stark säurebildenden Bakterienflora durch Chlorophyllin zurückzuführen, das die Streptokokken des Speichels im Wachstum hemmt.

c) Von verschiedenen Autoren werden die S p e i c h e l -

P h o s p h a t a s e n als Kriterium der Kariesaktivität herangezogen. Im menschlichen Speichel konnten sowohl saure als auch alkalische Phosphatasen nachgewiesen werden. Beide sind auch in der Leber enthalten und lassen sich daraus zellfrei gewinnen. Nach den Erkenntnissen von Dentay und Rea (11) sind Phosphatasen im Speichel an Zellen gebunden.

Kröncke und Naujoks (37) konnten durch Speicheluntersuchungen geschlechtsgebundene Unterschiede beim Vergleich zwischen sauren und alkalischen Phosphatasen feststellen. Während sich die sauren und die alkalischen Phosphatasen im Nüchternspeichel bei kariesresistenten Personen die Waage halten, konnten sie bei kariesanfälligen Männern und Frauen Unterschiede nachweisen, was durch pH-Aktivitätskurven belegt wurde.

Kröncke, Ahrens und Heitmann (38) suchten nach einem unterschiedlichen Verhalten der Phosphataseaktivität bei kariesresistenten und kariesanfälligen Personen. Sie konnten jedoch auf Grund von in vitro-Versuchen keinen gesicherten Unterschied aufdecken.

Nach Zugabe von höheren Fluorkonzentrationen (M/100) wurde eine deutliche Hemmung der sauren Phosphatasen festgestellt.

Die karieshemmende Wirkung von Fluor ist nach Lammers (43) vermutlich mit der Empfindlichkeit der Salivarius-Streptokokken gegenüber diesem Stoff zu erklären, da diese Mikroorganismen eine besonders starke Phosphataseaktivität besitzen. Da die Salivarius-Streptokokken mit den Acidophilus-Bakterien der Mundhöhle in Symbiose leben, werden die Acidophilus-Bakterien sekundär geschädigt. Dies erklärt auch das zahlenmässig vermehrte Vorkommen der Acidophilus-Bakterien in Gebieten, wo der Fluorgehalt des Trinkwassers besonders hoch ist (Jay, Arnold (31)).

Für Eggers Lura (12) steht das Verhalten der Phosphatasen im Mittelpunkt des Kariesgeschehens, was Fitzgerald (14) ebenfalls annimmt.

3. Auch tierexperimentell ist versucht worden, die Wirkung von Zahnpasten zu objektivieren.

Um die Wirksamkeit von Chlorophyll auf die Kariesdisposition zu ermitteln, führten Hein und Shafer (22) Versuche mit Hamstern durch. Sie fügten der kohlehydratreichen Kost und dem Trinkwasser der Tiere Chlorophyll in verschiedenen Konzentrationen bei. Während bei einer Konzentration von 1:500 die weiblichen Tiere eine Kariesverminderung von 93 % zeigten, betrug die Kariesverminderung bei einer Konzentration von 1:1000 nur 67 %. Demgegenüber konnte weder in der Versuchs- noch in der Kontrollgruppe bei männlichen Tieren ein Unterschied im Kariesbefall festgestellt werden.

Weitere Tierversuche brachten ähnliche Ergebnisse. Die Autoren konnten dabei feststellen, dass Kupferchlorophyll die Karies bei

Hamstern erheblich reduzierte; es hatte sich bei der Hamsterkaries sehr viel wirksamer als Eisen- und Magnesium-Chlorophyllverbindungen erwiesen.

Hein und Shafer (23) dagegen beobachteten bei Magnesium - Chlorophyll eine Erhöhung der Kariesaktivität bei Hamstern.

Shaw (55) sah bei Albino- und Cotton-Ratten, denen Natrium-Kupfer-Chlorophyll verabreicht worden war, keine Kariesverminderung.

Auch die Wirkung der Antibiotika auf die Kariesaktivität wurde tierexperimentell untersucht. Im Jahre 1946 verabreichten

McGlure und Hewitt (48) 75 E. Penicillin pro Gramm Nahrung und die gleiche Menge Penicillin pro ml Trinkwasser an Ratten.

Kontrolltiere erhielten die gleiche Nahrung und Trinkwasser ohne Penicillinzusatz. Nach 125 Tagen ergab die Nachuntersuchung bei den Versuchstieren keine kariösen Zähne, während die Zähne der Kontrolltiere zu 50 % von Karies befallen waren.

Die Ergebnisse von Webmann und Mitarbeiter (62) in einem ähnlichen Versuch waren nicht so überzeugend, jedoch schrieben die Autoren dem Penicillin auch eine karieshemmende Wirkung zu.

Zander und Bibby (65) führten Versuche an Hamstern mit einer penicillinhaltigen Zahnpaste durch. Sie konnten auch bei den Wiederholungsversuchen eine bedeutende Reduktion der Karies feststellen. Durch diese Erfolge kamen sie zu dem Schluss, dass Penicillin auch bei der menschlichen Karies erfolgreich sein muss.

In einem anderen Versuch prüften Zander und Mitarbeiter (66) Chlortetracyclin und Thyrothricin auf ihre Wirksamkeit.

Chlortetracyclin und Thyrothricin wirkten zwar hemmend auf die Karies der Tiere, erreichten aber den Effekt von Penicillin nicht.

Stephan und Mitarbeiter (60) konnten in Tierversuchen fest-

stellen, dass Penicillin, Chlortetracyclin, Oxytetracyclin und Subtilin in den Zahnbelägen für mehrere Stunden retiniert wurden. Auch Fosdick und Mitarbeiter (17) untersuchten in Tierversuchen die Wirkung von Penicillin, Bacitracin, Streptomycin, Chlortetracyclin und Chloramphenicol. Penicillin hemmte die Karies am stärksten, dann folgten Bacitracin, Chlortetracyclin und Chloramphenicol. Die Tiere, welche Streptomycin erhielten, zeigten neue kariöse Läsionen, jedoch war der Befall nur etwa halb so gross wie bei den Kontrolltieren. Zur Feststellung der Kariesreduktion wurden folgende Kriterien verwandt:

- 1.) Der Prozentsatz von Ratten, welche von Karies befallen wurde.
- 2.) Die Anzahl der kariösen Zähne.
- 3.) Das Ausmass der kariösen Läsionen.

Auch die Wirkung von Laurylsarcosid als Zahnpastenzusatz wurde tierexperimentell geprüft (Fosdick (15)). Unter Verwendung einer Zahnpaste, die 2 % radioaktives Laurylsarcosid enthielt, wurden die Zähne von Ratten gebürstet. Trotz sorgfältigen Spülens war der Wirkstoff noch nach 48 Stunden auf den Zähnen und auf der Mundschleimhaut nachzuweisen.

McClendon und Mitarbeiter (47) konnten durch Versuche mit Ratten zeigen, dass bei Verabreichung von fluorhaltigem Tee eine Reduktion der Zahnkaries bewirkt werden kann. Dieses Ergebnis führte zu der Folgerung, dass dem Nahrungsfluor der gleiche Effekt zukommen dürfte. Eichler und Appel (13) konnten an Hunden nachweisen, dass durch das Bürsten der Zähne mit fluorhaltiger Zahnpaste der Fluorgehalt der äussersten Schicht der Zahnschicht wesentlich grösser wurde, als von Zähnen, die nicht mit dieser Paste behandelt worden waren.

4. B a k t e r i o l o g i s c h e Untersuchungsresultate

Überblicken wir die in der Literatur angeführten bakteriologischen Untersuchungen für kariesreduzierende Massnahmen, so stossen wir immer wieder auf die ausschliessliche bakteriologische Auswertung der Milchsäurestäbchen des Speichels. Diese Beurteilung beruht auf der Feststellung von Hadley(19a), dass die Kariesdisposition mit der Keimzahl an Milchsäurestäbchen im Speichel ansteigt. Der sogenannte L a k t o b a z i l l e n - I n d e x von Hadley wurde immer wieder von den Autoren benutzt, führte jedoch zu einer gewissen Einseitigkeit, weil man sich im wesentlichen auf die Zählung der Laktobazillen pro Speichereinheit beschränkte und das Verhalten der anderen Speichelkeime unberücksichtigt liess.

Jenkins und Wright (32) gehen auf die Arbeiten von Kesel ein. Sie vergleichen die Hemmungswirkung von Natrium- und Ammoniumsalzen auf die Säureproduktion und auf reine Kulturen des *Bacterium acidophilum*. Es konnte festgestellt werden, dass Harnstoff in einer Konzentration von 2 % das Wachstum von Laktobazillen in "einkultur hemmt.

Versuche mit Zahnpasten, die Chlorophyllderivate als Wirkstoff enthielten, ergaben widersprechende Resultate. Costich und Hein(10) untersuchten 4 verschiedene Chlorophyllverbindungen als Bestandteile von Zahnpasten. Im Rahmen eines Versuchs mit 119 Personen über die Dauer von 20 Wochen wurde keine wesentliche Veränderung der Laktobazillenzahlen festgestellt. Werner und Hafer(63) konnten bei 11 Probanden nach dreimonatlicher Anwendung einer chlorophyllhaltigen Zahnpaste einen Rückgang der Laktobazillenzahlen beobachten.

Hill (28) untersuchte die Wirkung einer penicillinhaltigen Zahnpaste auf die Zahnkaries, wobei als Massstab der Einfluss

von Penicillin auf das *Bacterium acidophilum* diene. Eine Gruppe von 10 Studenten erhielt eine Zahnpaste, die 1 000 E. Penicillin pro Gramm enthielt. Bei Versuchsbeginn zeigte jeder Student eine durchschnittliche Laktobazillenzahl von 72 000. Nach einwöchiger Anwendung der Zahnpaste war die Durchschnittszahl auf 18 000 und nach weiteren 5 Wochen auf 300 abgesunken. Die Zahnpaste wurde noch einige Wochen weiter benutzt, dann durften die Probanden wieder eine gewöhnliche Zahnpaste verwenden. Erneute Befunderhebungen ergaben, dass sich die Zahl von 300 noch 3 Monate aufrecht erhalten liess, jedoch zeigte sich im Verlauf von 4 Monaten wieder ein Anstieg zu den ursprünglichen Werten. Auf erneute Verabreichung der penicillinhaltigen Zahnpaste kam es wieder zu einer Reduktion der Laktobazillen, die aber sehr viel langsamer verlief als beim ersten Male.

Bei einem weiteren Versuch, den der gleiche Autor mit einer penicillinhaltigen Zahnpaste bei Waisenknaben durchführte, war der Erfolg nicht so deutlich. Das Alter der Jungen lag zwischen 7 und 14 Jahren. Sie sollten ihre Zähne einmal täglich mit der penicillinhaltigen Zahnpaste bürsten. Vermutlich wurden die Anweisungen nicht mit der erforderlichen Gewissenhaftigkeit befolgt. Vor Versuchsbeginn wurden zwei - bis dreimal die Laktobazillenzahlen festgestellt und jeder Junge nach Befund als negativ oder 1., 2., 3. und 4. Grades positiv eingestuft. Nach 5 Monaten wurde eine Nachuntersuchung durchgeführt, wonach es zu folgendem Ergebnis kam:

26 % der Versuchs- und 20 % der Kontrollgruppe waren negativ geblieben. Bei 22 % der Versuchs- und 16 % der Kontrollgruppe wurde eine zunehmende, bei 48 % der Versuchs- und 33 % der Kontrollgruppe eine abnehmende Anfälligkeit festgestellt.

Hill konnte bei verschiedenen Laktobazillenstämmen eine unterschiedliche Sensibilität gegenüber Penicillin nachweisen.

Ludwick, Fosdick und Schantz (46) untersuchten die Wirkung von antibiotika- und enzymstoffhaltigen Zahnpasten und Zahnpulvern auf das Bacterium acidophilum des Speichels. Die Befunde der Milchsäurestäbchen wurden bei jedem Probanden vor und nach jeder Behandlung erhoben und die Mittelwerte errechnet. Die Autoren weisen darauf hin, dass die Laktobazillenzahlen nicht als absolutes Kriterium der Kariesaktivität betrachtet werden dürfen, denn auch bei Kariesresistenz kann es vorübergehend zu positiven Befunden kommen, im Gegensatz zur Kariesaktivität, die durch eine ständige Erhöhung der Laktobazillenzahlen charakterisiert ist. Grosse Unterschiede in den Befunden vor und nach der Anwendung zeigten sich besonders bei penicillinhaltigen Zahnpasten. Bei keinem anderen Wirkstoff war die Konstanz der Unterschiede vor und nach der Benutzung so deutlich ausgeprägt. Die weitaus besten Erfolge wurden mit einem Zahnpulver erzielt, das 0,07 % Penicillin enthielt.

Bibby (3) prüfte in einem zweijährigen Versuch die Wirkung einer fluorhaltigen Zahnpasta. Ausser dem klinischen Befund untersuchte er den Speichel der Versuchs- und Kontrollpersonen auf Laktobazillen. Der Versuch umfasste 243 Personen. In Übereinstimmung mit dem klinischen Befund konnte der Autor keinen Rückgang der Laktobazillenzahlen feststellen.

Im Rahmen eines anderen Versuchs untersuchte Bibby (4) den Speichel von 72 Jungen im Alter von 5 - 16 Jahren zur Ergänzung des klinischen Befundes auf die Anzahl der Laktobazillen. Die jugendlichen Probanden benutzten eine flüssige Zahnpaste, die Fluor enthielt. Trotz vorübergehender Reduktion der Laktobazillen war am Ende des Versuchs kein Abfall der Laktobazillenzahlen

zu erkennen. Dieser Befund stimmte mit dem klinischen Befund überein. Shaner und Smith (54) untersuchten bei 47 Probanden die Wirkung einer fluorhaltigen Zahnpaste auf die Laktobazillenzahlen des Speichels. Die Probanden wurden in 3 Gruppen geteilt. Bei Gruppe A wurde vor Anwendung der Versuchs-Zahnpaste eine gründliche Säuberung der Zähne durch den Zahnarzt vorgenommen. Gruppe B erhielt die gleiche Zahnpaste ohne den Wirkstoff. Eine Zahnreinigung wurde auch bei ihnen durchgeführt. Der Grund der intensiven Reinigung war, den Versuch mit gut gereinigten Zahnoberflächen zu beginnen und jedem Probanden die gewünschte vorschriftsmässige Zahnputz-Technik beizubringen. Gruppe C benutzte auch die Zahnpaste mit dem Wirkstoff, es wurde jedoch im Gegensatz zu den beiden anderen Gruppen keine Reinigung der Zähne durch den Zahnarzt durchgeführt.

10 der Probanden in Gruppe A und C zeigten nach 4 Wochen einen bedeutenden Rückgang der Laktobazillen, 2 Probanden einen kleinen Anstieg. Bei 6 Versuchsteilnehmern waren die Laktobazillenzahlen unverändert, bei den übrigen Fällen stellte man widersprechende Ergebnisse fest, was von den Autoren auf technische Schwierigkeiten oder mangelnde Mitarbeit der Probanden zurückgeführt wird. In der Gruppe B war in 4 Fällen ein Anstieg, in einem Fall ein Abfall der Laktobazillenzahlen zu verzeichnen. 6 Probanden zeigten unveränderte Ergebnisse. Die Befunde bei den übrigen Fällen widersprechen sich. Die Autoren weisen darauf hin, dass selbst geringste Fluormengen, wie sie in der Zahnpaste täglich zur Anwendung kamen, eine Reduktion der Laktobazillenzahlen im Speichel herbeiführen können.

Die hemmende Wirkung von Fluor auf Laktobazillen wurde auch von Clapper (9) untersucht. 11 Laktobazillenstämme, die aus dem Speichel gewonnen und in Pepton-Milchagar unter Zusatz von

verschiedenen Konzentrationen Natriumfluorid gezüchtet worden waren, zeigten sich unterschiedlich "fluorempfindlich. Während sich die Säurebildung im allgemeinen bei einer Konzentration von 1:1000 000 NaF verringerte, wurde sie bei einer Konzentration von 1:10 000 bedeutend vermindert. Jedoch konnte das Wachstum bei diesen Konzentrationen nicht beeinträchtigt werden, was zu der Vermutung Anlass gab, dass noch ein anderes Ferment-system der Laktobazillen bestehen musste. Die Dehydrogenase-tätigkeit blieb unverändert.

Von Green und Dodd (19) wurden ähnliche Versuche mit 6 Laktobazillenstämmen durchgeführt, die aus dem Speichel von Schulkindern isoliert worden waren. Auch hier zeigte sich bei den einzelnen Stämmen eine unterschiedliche Widerstandsfähigkeit gegenüber Fluor. Um die Resistenz gegen Fluor bei den einzelnen Stämmen festzustellen, wurden Überimpfungen in Nährböden vorgenommen, die steigende Fluorkonzentrationen enthielten. In einem Nährboden, der etwa 2 % Natriumfluorid enthielt, war zuletzt nur noch bei 3 Kulturen eine Säureproduktion festzustellen. Obgleich die Fluorkonzentrationen in diesen Versuchen unphysiologisch waren, halten die Autoren es für möglich, dass durch geringste Säureverminderung der Laktobazillen eine Kariesreduktion bewirkt werden kann.

Aber nicht nur mit den Laktobazillen, sondern auch mit dem Verhalten anderer Mundkeime unter der Einwirkung bestimmter Substanzen finden sich Literaturangaben.

Versuche von Lammers (41) bestätigen, dass durch Einarbeitung gährungsfeindlicher Zusätze j e d e Zahnpasta nach einigen Wochen gewissenhafter Anwendung in geringem Masse das Auftreten von Gärungserregern reduziert. Bei der Prüfung des von Fosdick (15)

als Pastenzusatz verwandten Laurylsarkosinat konnte festgestellt werden, dass der Stoff auf vergrünende Streptokokken, Laktobazillen und Hefen bakteriostatisch wirkt und so die Gärung im Zahnbelag hemmt. Als hochempfindlich gegen Detergentien haben sich besonders die physiologischen Mundstreptokokken gezeigt. Milchsäurestäbchen zeigten sich weniger empfindlich. Weiterhin konnte Lammers (42) nachweisen, dass auch Staphylokokken und Sarcinen reduziert wurden.

Gerke und Spitzbart (18) untersuchten verschiedene Zahnpflegemittel, die Diammoniumphosphat und Harnstoff enthielten, in ihrer Hemmwirkung auf säurebildende Mundbakterien. Während 5 Minuten nach dem Zähneputzen die Bakterienzahl durch die mechanische Reinigung und durch das Spülen mit Wasser noch absinkt, kommt sie während der folgenden 25 Minuten wieder zum Ansteigen. Ein speziell gegen die Säurebildner gerichtetes Mittel sollte also seine Wirkung darin zeigen, dass der Anstieg weiterhin verzögert wird. Obgleich bei allen geprüften Zahnpflegemitteln allgemein der Bakterienanstieg durch die Wirkstoffe gehemmt wird, war die Wirkung von zwei bestimmten ammoniumhaltigen Zahnpulvern am nachhaltigsten. Müller (52) führte unter anderem Versuche mit einer indifferenten Zahnpaste durch und konnte nach dreimonatlicher Anwendung eine Reduktion der Gesamtkeime um 8,6 %, der Speichel-Streptokokken um 13,9 % und der Milchsäurestäbchen um 22,5 % ermitteln.

Bibby und van Kesteren (5) prüften die Wirkung verschiedener Fluorkonzentrationen auf die Säureproduktion und das Wachstum von Streptokokken, Laktobazillen und anderen Mundkeimen. Die Säurebildung der vergrünenden Streptokokken verringerte sich mit der Erhöhung der Fluorkonzentration. Dagegen konnte in vitro das Wachstum nur durch sehr viel höhere Fluorkonzentrationen

beeinträchtigt werden. Die Wirkung von Fluor in niedrigen Konzentrationen machte sich bei den Laktobazillen erst nach 72 stündiger Bebrütung bemerkbar. Brauer (7) untersuchte die Wirkung fluorhaltiger Zahnpasten auf die Mundflora. Dabei wurde erkannt, dass alle Bakterienarten eine Reduktion erfuhren, obgleich einzelne Probanden hin und wieder eine Erhöhung der Keimzahl zeigten. Die prozentuale Reduktion der Salivarius-Streptokokken betrug 7 %, die der Milchsäurestäbchen lag um 41 % höher als die der Gesamtkeime. Die Verminderung wird auf das zweimalige tägliche Zähneputzen und auf die Wirkung des Fluorions zurückgeführt.

Auch Lammers (39) konnte durch in vitro-Versuche nachweisen, dass Fluor primär den zahlenmässigen Anteil der physiologischen Mundstreptokokken an der Gesamtkeimzahl reduziert und erst sekundär die Acidophilus-Bakterien geschädigt werden.

Ebenso untersuchte Sauerwein (53) die Wirkung von Natriumfluorid auf verschiedene Mikroorganismen der Mundhöhle, die aus dem Speichel kariesanfälliger Personen gezüchtet wurden. In Übereinstimmung mit Lammers (43) konnten die Salivarius-Streptokokken bei einer Verdünnung von 1:12 800 vollständig, bei einer Verdünnung 1:25 600 partiell gehemmt werden. Die Hemmung der Acidophilus-Bakterien, Hefen, Staphylokokken und der übrigen Mundkeime war gering. Die untere Grenze der Hemmung dieser Keime lag bei 0,5 - 0,25 NaF. Es konnte bestätigt werden, dass die Säureproduktion durch alle Natriumfluorid-Verdünnungen gehemmt wird.

Herberholz (24) führte in vitro und in vivo-Untersuchungen mit mehreren Zahnpflegemitteln durch, die unterschiedliche Wirkstoffe enthielten. Ihre bakteriostatische bzw. bakterizide Wirkung wurde gegen physiologische und pathogene aerobe Keime der Mundhöhle

getestet. Unter anderen wurde auch eine fluorhaltige Zahnpaste untersucht, sie zeigte allen Keimen gegenüber bakteriostatische Wirksamkeit. Gegenüber Bact. proteus und Myocyanus wirkte sie bakterizid. Vergrünenden Streptokokken gegenüber wirkte sie fünffach bakteriostatisch. Eine Prüfung gegen Laktobazillen aber erfolgte nicht.

Überblicken wir die in der Literatur angeführten bakteriologischen Untersuchungsergebnisse, so müssen wir feststellen, dass bisher noch keine Einheitlichkeit der Versuchsverfahren erreicht wurde und damit auch eine abschliessende Bewertung nicht möglich ist. Um hier neue Anregungen zu gewinnen, haben wir uns experimentell mit dem Verhalten der Speichelflora nach Einwirkung von Zahnpasten auseinandergesetzt.

III. Eigene bakteriologische Untersuchungen über den Wert des Zähneputzens für die Mundhygiene

Wir hatten es uns zur Aufgabe gestellt, die Brauchbarkeit bakteriologischer Untersuchungsergebnisse für die Beurteilung von Zahnpasten zu prüfen. Da im Vordergrund der Wirksamkeit des Zähneputzens die mechanische Reinigung der Zähne steht, mussten wir vor und nach dem Zähneputzen das Verhalten der Mundflora objektivieren. Von der Erkenntnis ausgehend, dass die Beladung des Speichels mit Bakterien natürlichen Schwankungen unterworfen ist, werteten wir nicht nur das Auftreten einer einzigen Bakterienart aus, z.B. der Laktobazillen, sondern das mehrerer Keimarten, so dass wir ein bakteriologisches Speichelbild erhielten. Dadurch musste es möglich werden, quantitative Verschiebungen im bakteriologischen Speichelbild zu erfassen.

1. Untersuchungsmethoden:

Der Versuch umfasste insgesamt 28 Personen. Das Alter der Probanden lag zwischen 18 und 30 Jahren. Es wurden nur solche Personen in den Versuch aufgenommen, deren Gebiss zahnärztlich saniert war. Der Zahnstatus wurde festgelegt. In den Versuchen wurden 2 Zahnpasten mit Zusatz von Fluoriden, und zwar eine mit Zinnfluorid, die andere mit Zinn- und Natriumfluorid, ferner eine Kontrollpaste einbezogen. Die Speichelproben zur bakteriologischen Untersuchung entnahmen wir zu Beginn des Versuchs und 14 Tage später. Die Versuchsteilnehmer wurden angewiesen, zweimal täglich -

morgens und abends - mit der ihnen übergebenen Zahnpaste die Zähne zu putzen. Die bakteriologische Untersuchung des Speichels erfolgte:

- 1.) Vor dem Zähneputzen,
- 2.) nach dem Zähneputzen über 3 Minuten,
- 3.) 20 Minuten später,
- 4.) 40 Minuten später.

Dieses Vorgehen wiederholten wir nach 14 tägiger Benutzung der Zahnpaste. Dabei liessen die Probanden den Speichel, den sie im Munde hatten, in ein steriles Reagenzglas laufen. Dieser Speichel wurde mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt, gründlich vermischt und anschliessend auf Nährböden verarbeitet.

Wir beimpften jeweils:

a.) Eine sog. Pepton-Milch-Agarplatte nach Lammers, wie sie von Herrmann, Rozeik und Lammers (25a) beschrieben wurde, mit 0,2ml der Verdünnung 1:100 des Speichels. Das Wachstum der Laktobazillen werteten wir nach 4 tägiger Bebrütung der Pepton-Milch-Agarplatte bei 37°C durch Auszählung der gewachsenen Kolonien aus.

b.) Eine Blutagarplatte mit 0,2ml der Speichelverdünnung 1:10 000. Die Blutagarplatte wurde nach 48stündiger Bebrütung bei 37°C ausgewertet, und zwar zählten wir die gewachsenen Kolonien aus und differenzierten zwischen vergrünenden Streptokokken und übrigen Mundkeimen.

2. Ergebnisse:

Der Einfluss des Zähneputzens spiegelte sich im bakteriologischen Speichelbild unserer Probanden wie folgt wieder :

Tab.1: Keimzahlen des Speichels vor und nach dem Zähneputzen mit einer neutralen Zahnpaste

a.) Nach erstmaliger Benutzung

Proband	Gesamtkeimzahl in 0,2ml der Speichelverd.10 ⁻⁶				davon vergrünende Streptokokken				Laktobazillen in 0,2ml der Speichelverd.10 ⁴			
Speichelprobe:												
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
1.	697	424	339	402	325	209	178	208	---	---	---	---
2.	560	414	269	324					---	---	---	---
3.	248	269	113	319	108	119	43	165	20	71	15	13
4.	327	97	277	270					79	29	65	33
5.	674	285	639	326	282	139	275	117	2	5	2	3
6.	70	61	87	193					---	---	---	---
7.	577	324	520	278	390	210	314	191	---	---	---	---
8.	505	335	211	167	337	211	138	95	118	244	124	109
9.	574	119	156	550	390	59	80	350	7	106	240	10
10.	230	206	277	223					196	254	191	328
11.	2784	1044	280	345	1565	464	200	260	---	---	---	---
12.	529	468	549	370	271	229	289	176	49	176	228	49
13.	1048	931	632	626					221	114	75	60
14.	441	320	133	210					21	5	---	3
15.	984	437	330	512	624	365	242	400	6	1	2	11
16.	416	146	205	337	291	92	142	217	---	---	---	---
17.	677	310	340	119	348	183	194	60	---	---	---	---
18.	238	70	86	78					---	---	---	---
19.	620	307	52	198	460	210	30	140	---	---	---	---
20.	118	517	255	283					12	23	8	8
21.	260	249	209	177					34	231	99	33
22.	401	386	489	438	206	192	280	223	83	128	205	100
23.	258	295	203	191					---	---	---	---
24.	569	362	398	551	291	213	242	343	5	39	15	11
25.	1189	810	711	697	516	328	211	319	284	448	374	470
26.	309	570	597	835	210	285	353	419	585	799	1164	1145
27.	281	392	193	167					1	10	6	6
28.	133	132	29	88					279	160	167	90

b.) Nach 14-tägiger Anwendung

Proband	Gesamtkeimzahl in 0,2ml der Speichelverd.10 ⁻⁶				davon vergrünende Streptokokken				Laktobazillen in 0,2ml der Speichelverd.10 ⁻²			
Speichelprobe:												
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
1.	746	190	399	394	409	87	206	152	4	1	2	1
2.	1108	701	411	307	616	281	168	121	---	---	---	---
3.	578	228	141	133	315	96	73	67	33	34	2	---
4.	548	334	194	249	364	214	113	147	---	---	---	---
5.	353	384	359	283	152	162	134	103	32	294	126	96
6.	764	468	356	478	228	68	69	121	---	---	---	---
7.	437	377	311	499	275	290	190	321	---	---	---	---
8.	239	145	114	141	129	54	60	59	98	70	76	72
9.	331	396	306	562	210	271	124	181	251	368	227	203
10.	171	102	103	199	109	68	54	143	340	449	289	241
11.	660	331	367	502	330	224	240	367	3	3	11	---
12.	95	198	170	1096	44	87	76	460	22	31	65	25
13.	1112	833	704	794	712	495	394	482	52	19	26	43
14.	494	298	511	360					52	80	198	95
15.	853	571	512	531	565	391	372	347	3	4	1	2
16.	459	265	395	394	290	165	241	184	---	---	---	---
17.	474	310	492	208	307	163	231	131	---	---	---	---
18.	153	206	217	596	75	96	91	291	---	---	---	---
19.	528	379	76	340	384	228	46	212	---	---	---	---
20.	653	446	482	521	367	248	297	284	102	51	99	57
21.	314	383	228	279	132	153	93	118	58	38	21	5
22.	402	451	177	263	200	290	100	120	10	247	61	50
23.	374	176	259	167	219	100	153	93	78	34	31	11
24.	724	692	617	469	374	382	344	242	---	---	---	---
25.												
26.	869	467	466	732	439	210	218	327	6	39	49	20
27.	296	350	199	396	180	168	101	208	---	---	---	---
28.	291	745	276	409	182	417	154	212	6	13	4	---

In der Tab.1 ist die Zahl der koloniebildenden Bakterien des Speichels auf der Blutagarplatte und dem Laktobazillen-Nährboden wiedergegeben.

Überblicken wir die hier angegebenen Zahlen, so können wir feststellen, dass die Zahl auf Blutagar wachsender Keime (sogen. Gesamtkeimzahl) regelmässig durch das Zähneputzen stark reduziert wird. Diese Reduktion betrifft sowohl die Streptokokken als auch die übrigen Mundkeime (Staphylokokken, Sarcinen und Weisserien). Gegensinnig verhalten sich die Laktobazillen. Ihre Keimzahl liegt im allgemeinen nach dem Zähneputzen höher als vorher.

Die in der Tab.1 fehlenden Zahlenangaben finden ihre Erklärung in verunreinigten Nährböden, z.B. durch ein Überwuchern von Sporenbildnern oder Schimmelpilzen. Auch nach 14-tägiger Benutzung der Zahnpasta verhielten sich die Keimzahlen des Speichels gleichsinnig. Die Keimzahlen der Blutagarplatte nehmen durch das Zähneputzen erheblich ab, die Zahl der Laktobazillen steigt an.

Um weitere Aufschlüsse über das Verhalten des bakteriologischen Speichelbildes zu bekommen, haben wir die Mittelwerte der Keimzahlen jeder Speichelprobe errechnet und sie in der Tab.2 angeführt.

Tab.2:Mittelwerte der Keimzahlen des Speichels bei 28 Probanden
vor und nach dem Zähneputzen

1.) Nach erstmaliger Anwendung

Gesamtkeimzahl in 0,2ml der Speichelverd. 10^{-6} auf Blutagar (aerob)	davon vergrünende Streptokokken	Zahl d.Laktobazillen in 0,2ml der Speichel- verd. 10^{-2} auf Milchagar
--	------------------------------------	---

1.Speichelprobe vor d.Zähneputzen	561,3	413,3	75,0
2.Speichelprobe sofort nach d.Z.putzen	367,1	218,6	101,5
3.Speichelprobe 20 Min.später	306,3	200,6	106,4
4.Speichelprobe 40 Min.später	309,7	230,1	88,6

Werte in % umgerechnet

2.Speichelprobe Reduktion um	34,5%	Reduktion um	47,1%	Anstieg um	26,2%
3.Speichelprobe Reduktion um	16,5%	" "	8,2%	" "	4,6%
4.Speichelprobe Anstieg um	1,1%	Anstieg "	12,8%	Reduktion um	16,7%

2.) Nach 14-tägiger Benutzung

1.Speichelprobe vor dem Zähneputzen	519,4	292,5	42,5
2.Speichelprobe sofort nach d.Z.putzen	385,9	208,0	65,7
3.Speichelprobe 20 Min.später	328,2	167,0	47,7
4.Speichelprobe 40 Min.später	418,5	211,1	34,1

Werte in % umgerechnet

2.Speichelprobe Reduktion um	25,7%	Reduktion um	28,9%	Anstieg um	54,6%
3.Speichelprobe Reduktion um	14,9%	" "	19,7%	Reduktion um	27,4%
4.Speichelprobe Anstieg um	27,5%	Anstieg "	26,4%	" "	28,5%

Überblicken wir die in der Tab.2 angeführten Mittelwerte der festgestellten Speichelkeimzahlen,so können wir folgende Aussagen machen:

Durch das Zähneputzen wird regelmässig die Gesamtkeimzahl aerober Speichelkeime stark reduziert.Sie fiel im Durchschnitt bei der neutralen Zahnpaste von 561,3 Keimen in 0,2ml der Speichelverdünnung 10^{-6} auf 367,1 Keime in der gleichen Speichelverdünnung ab.Erstaunlicherweise lag der Tiefpunkt der Speichelkeimzahl aber nicht unmittelbar nach dem Zähneputzen,sondern er wurde erst etwa 20 Minuten später festgestellt.Ein Teil der Keime befand sich direkt nach dem Zähneputzen durch ihre Mobilisierung aus den Zahnbelägen noch im Speichel,so dass das Verschlucken des Speichels eine weitere Reduktion bewirkte.Diese Erklärung findet ihre Bestätigung darin,dass sich die Laktobazillen gegensinnig verhielten und zwar stieg die Keimzahl dieser Bakterien,deren Biotop der Zahnbelag ist (Lammers (44)),nach dem Putzen im Speichel an,so dass wir unmittelbar nach dem Putzen,ebenso 20 Minuten später eine stärkere Keimbelastung des Speichels mit Laktobazillen trotz der mechanischen Reduktion beobachten konnten.

Die 40 Minuten nach dem Zähneputzen entnommenen Speichelproben zeigten wieder höhere Zahlen von Kolonien bildenden Bakterien, die aus einer erneuten Vermehrung haftengebliebener Keime resultierte.Dieser allgemeinen Tendenz zu stärkerem Auftreten im Speichel folgen auch die Streptokokken,nicht aber die Laktobazillen.Ihre Keimzahl war in der 40 Minuten nach dem Zähneputzen entnommenen Speichelprobe niedriger als in der früher entnommenen Speichelprobe.Diese Beobachtung bestätigt,dass sich Staphylokokken,Streptokokken und andere aerobe Keime in der Mundhöhle

im Speichel vermehren, eine Vermehrung der Laktobazillen aber nur im Zahnbelag möglich ist.

Tab.3: Das Verhalten des bakteriologischen Speichelbildes bei
Benutzung einer Zahnpaste mit Zusatz von Zinn-und
Natriumfluorid(weiss)

a.) Nach erstmaliger Anwendung

Proband	Gesamtkeimzahl in 0,2ml der Speichelverd. 10 ⁻⁶	davon vergrünende Streptokokken	Laktobazillen in 0,2ml der Speichelverd. 10 ⁻²
---------	--	------------------------------------	---

Speichelprobe:

	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
1.	509	202	313	95	220	126	173	56	35	34	39	18
2.	1101	564	376	176	414	226	178	106	---	---	---	---
3.	242	57	78	92	116	35	28	35	53	248	56	211
4.	529	405	143	219	327	218	69	133	630	459	68	177
5.	661	475	162	198	355	185	54	78	64	117	12	14
6.	564	192	258	459	130	56	73	52	---	---	---	---
7.	732	468	378	347	489	375	286	251	---	---	---	---
8.	564	247	285	246	380	165	169	152	62	137	223	79
9.	469	375	151	388	274	152	60	119	315	334	209	319
10.	411	94	173	156	289	56	113	94	374	242	233	319
11.	750	93	139	124	437	43	82	68	181	62	53	58
12.	196	136	74	91	77	73	25	59	33	49	47	29
13.	1183	936	971	781	625	296	619	495	420	427	337	243
14.	986	277	195	314	613	177	99	164	6	79	44	38
15.	897	623	720	702	721	487	569	560	5	1	6	3
16.	455	264	229	181	335	163	141	101	64	58	222	133
17.	956	254	295	293	518	163	191	172	---	---	---	---
18.	297	79	509	248	104	25	9	18	9	3	7	4
19.	649	75	344	629	347	14	131	129	---	---	---	---
20.	879	408	355	654	596	273	218	484	---	---	---	---
21.	493	280	410	277	225	133	44	120	47	173	61	227
22.	469	35	116	159	292	19	50	97	1	14	31	44
23.	280	112	158	134	147	66	69	65	---	---	---	---
24.	909	304	21	297	501	175	15	210	9	28	21	37
25.	628	700	224	163	222	153	84	58	504	886	758	555
26.	874	200	368	508	406	66	151	269	834	1300	1250	980
27.	382	371	187	245	256	133	29	57	52	109	82	56
28.	312	189	121	136	161	81	65	69	2	157	12	4

b.) Nach 14-tägiger Anwendung

Proband	Gesamtkeimzahl in 0,2ml der Speichelverd.10 ⁻⁶	davon vergrünende Streptokokken	Laktobazillen in 0,2ml der Speichelverd.10 ⁻²
---------	---	------------------------------------	--

Speichelprobe:

	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
1.	743	426	583	632	438	272	323	324	5	4	---	6
2.	973	737	308	282	565	389	132	128	---	---	---	---
3.	417	283	43	130	240	197	22	73	585	984	141	170
4.	689	441	586	537	510	258	300	339	665	468	332	375
5.	515	327	263	360	284	142	108	169	17	19	2	6
6.	237	188	333	153	97	39	36	55	---	---	---	---
7.	753	345	337	543	616	286	269	450	---	---	---	---
8.	413	337	104	190	272	56	64	97	61	18	20	10
9.	779	392	174	211	413	140	41	59	210	265	218	132
10.	627	211	255	101	479	127	147	60	1676	1172	539	321
11.	616	206	241	451	398	104	174	320	---	---	---	---
12.	226	237	119	158	107	91	37	74	28	27	12	20
13.	1090	510	508	722	643	271	222	356	673	389	413	731
14.	903	43	170	97	560	5	89	42	16	56	8	7
15.	756	636	419	415	490	442	266	256	---	---	---	---
16.	270	198	138	131	175	135	81	82	---	---	---	---
17.	910	392	264	246	496	211	136	117	---	---	---	---
18.	89	20	29	33	46	6	11	16	2	5	3	12
19.	196	155	131	212	118	93	72	129	---	---	---	---
20.-	1108	649	682	304	622	389	518	188	59	34	151	38
21.	759	287	90	168	413	54	24	89	41	15	5	6
22.	390	99	44	65	251	34	21	31	164	64	56	60
23.	325	125	166	207	210	71	102	156	---	---	---	---
24.	1037	423	263	62	555	248	142	36	---	---	---	---
25.	1142	487	416	771	431	198	168	401	394	569	604	484
26.	547	173	671	802	418	128	310	398	682	1022	886	1180
27.	704	608	368	554	424	254	155	240	98	104	28	59
28.	562	217	216	249	269	85	96	115	3	---	4	6

Auch eine Zahnpaste mit Zusatz von Fluorsalzen zeigt zunächst auf die Speichelflora den gleichen Einfluss, den wir bei der Besprechung unserer Ergebnisse mit einer neutralen Zahnpaste herausgestellt haben. Um eine spezifische Wirkung der inkorporierten Fluorsalze erkennen zu können, haben wir wiederum die Mittelwerte der festgestellten Speichelkeimzahlen errechnet (Tab.4).

Tab.4:Mittelwerte der Keimzahlen des Speichels bei 28 Probanden
vor und nach dem Zähneputzen mit einer zinn-und natrium-
fluoridhaltigen Zahnpaste(weiss)

1.) Nach erstmaliger Anwendung

Gesamtkeimzahl in 0,2ml der Speichelverd. 10^{-6} auf Blutagar (aerob)	davon vergrünende Streptokokken	Zahl d.Laktobazillen in 0,2ml der Speichel- verd. 10^{-2} auf Milchagar
1.Speichelprobe 620,6 vor d.Zähneputzen	342,2	132,1
2.Speichelprobe 300,5 sofort nach d.Z.putzen	147,6	175,1
3.Speichelprobe 276,8 20 Min.später	135,5	134,1
4.Speichelprobe 296,8 40 Min.später	152,5	126,1

Werte in % umgerechnet

2.Speichelprobe Reduktion um 51,6%	Reduktion um 56,9%	Anstieg um 32,9%
3.Speichelprobe Reduktion um 7,9%	" " 8,2%	Reduktion um 23,3%
4.Speichelprobe Anstieg um 7,2%	Anstieg " 12,6%	" " 5,8%

2.) Nach 14-tägiger Benutzung

1.Speichelprobe 634,8 vor d.Zähneputzen	376,4	192,1
2.Speichelprobe 326,8 sofort nach d.Z.putzen	168,7	186,2
3.Speichelprobe 290,3 20 Min.später	127,3	122,2
4.Speichelprobe 313,7 40 Min.später	170,7	129,3

Werte in % umgerechnet

2.Speichelprobe Reduktion um 48,5%	Reduktion um 55,2%	Reduktion um 3,0%
3.Speichelprobe Reduktion um 11,1%	" " 24,5%	" " 34,4%
4.Speichelprobe Anstieg um 8,1%	Anstieg " 34,1%	Anstieg " 5,8%

Aus der Tab.4 erkennen wir, dass die 14-tägige Benutzung einer Zahnpasta mit Fluorsalzen eine deutliche Reduktion der Keimzahlen des Speichels nicht bewirkt hat. Der Mittelwert der Gesamtkeimzahl lag vor dem Zähneputzen bei 620,6 und nach 14-tägiger Anwendung bei 634,8 Keimen in 0,2ml der Speichelverdünnung 10^{-6} .

Gleichsinnig verhielten sich die vergrünenden Streptokokken und auch die Laktobazillen.

Hier muss betont werden, dass ein Vergleich der ermittelten Keimzahlen nicht exakt möglich ist, weil die 14 Tage später benutzten Nährböden sich in ihren Nährbodeneigenschaften verändert haben können. Bevor wir die in den Tabellen 3 und 4 angeführten Ergebnisse weiter auswerten, sollen unsere Befunde mit einer anderen Fluor-Zahnpaste erörtert werden.

Tab.5: Das Verhalten des bakteriologischen Speichelbildes bei Benutzung einer weiteren Zahnpaste mit Zinnfluorid(rosa)

a.) Nach erstmaliger Anwendung

Proband	Gesamtkeimzahl in 0,2ml der Speichelverd.10 ⁻⁶	davon vergrünende Streptokokken	Laktobazillen in 0,2ml der Speichelverd.10 ⁻²
---------	---	------------------------------------	--

Speichelprobe:

	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
1.	753	660	334	322	319	293	139	129	12	7	4	2
2.	1021	645	413	371	432	229	122	127	---	---	---	---
3.	639	477	145	141	373	219	76	46	265	403	238	132
4.	770	418	320	656	377	89	169	141	786	363	371	601
5.	631	155	233	278	423	67	134	189	80	22	41	27
6.	481	94	245	307	247	14	66	87	---	---	---	---
7.	953	386	770	453	626	238	642	302	---	---	---	---
8.	542	206	194	235	355	103	110	138	37	321	213	169
9.	845	291	131	103	503	122	66	40	149	173	103	108
10.	530	61	81	224	351	26	43	127	559	178	98	267
11.	710	264	160	246	434	135	82	126	---	---	---	---
12.	274	181	102	113	141	121	34	24	26	14	1	14
13.	1114	486	638	507	608	303	300	268	650	857	582	463
14.	1060	184	204	282	612	81	110	151	---	---	---	---
15.	641	601	594	601	367	108	438	426	---	---	---	---
16.	469	127	222	213	305	65	101	109	66	21	36	55
17.	423	447	258	212	258	266	158	140	---	---	---	---
18.	57	40	61	62	37	14	26	17	21	22	20	4
19.	285	122	36	62	144	51	14	28	---	---	---	---
20.	864	373	146	434	578	241	103	272	125	321	79	71
21.	490	190	193	328	125	57	77	96	18	25	28	17
22.	70	149	62	37	19	6	6	8	6	6	2	3
23.	313	81	24	52	198	36	12	33	---	---	---	---
24.	876	468	416	308	496	259	210	151	8	15	5	6
25.	1184	774	321	472	474	320	105	172	517	1012	826	521
26.	578	141	418	318	161	21	159	78	1098	1156	1600	984
27.	193	144	136	142	125	98	65	81	8	26	12	11
28.	266	349	179	200	159	113	88	103	38	232	76	44

b.) Nach 14-tägiger Anwendung

Proband	Gesamtkeimzahl in 0,2ml der Speichelverd.10 ⁻⁶				davon vergrünende Streptokokken				Laktobazillen in 0,2ml der Speichelverd.10 ⁻²			
---------	---	--	--	--	------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Speichelprobe:

	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
1.	908	359	199	190	500	172	94	87	34	18	33	25
2.	1201	431	297	371	424	204	153	177	---	---	---	---
3.	270	121	68	147	158	59	35	74	221	470	615	413
4.	576	390	374	259	363	93	240	163	13	110	42	41
5.	807	538	303	298	490	124	108	113	66	28	15	12
6.	590	239	314	359	266	110	78	89	---	---	---	---
7.	817	709	510	185	511	453	312	106	---	---	---	---
8.	378	86	119	90	268	37	60	47	142	257	145	115
9.	386	428	145	523	194	159	33	161	79	344	195	133
10.	270	15	140	89	158	5	25	51	285	192	247	216
11.	594	177	306	325	253	46	127	105	---	---	---	---
12.	141	76	28	162	56	34	8	57	22	106	12	39
13.	1049	465	613	848	681	290	415	585	263	141	153	134
14.	810	372	288	212	537	50	16	57	6	4	2	14
15.	962	605	456	352	590	163	328	257	---	---	---	---
16.	263	139	305	673	190	84	49	43	43	63	20	82
17.	474	304	164	194	206	148	61	63	---	---	---	---
18.	807	44	68	86	487	28	37	42	---	---	---	---
19.	478	357	325	401	113	152	131	118	---	---	---	---
20.	958	618	423	494	418	403	279	348	62	123	20	90
21.	35	18	46	116	19	6	19	45	244	103	38	42
22.	512	65	80	92	323	44	39	44	71	125	87	122
23.	309	196	193	247	168	28	57	95	---	---	---	---
24.	924	476	530	293	508	210	265	127	---	---	---	---
25.	1170	734	681	482	468	328	325	86	411	664	547	288
26.	364	183	213	276	200	38	52	98	558	782	836	850
27.	581	654	103	435	327	248	38	148	1	13	2	5
28.	250	219	218	209	147	104	101	87	20	98	30	41

Tab.6: Mittelwerte der Keimzahlen des Speichels bei 28 Probanden
vor und nach dem Zähneputzen mit einer zinnfluoridhaltigen
Zahnpaste (rosa)

1.) Nach erstmaliger Anwendung

Gesamtkeimzahl in 0,2ml der Speichelverd. 10^{-6} auf Blutagar (aerob)	davon vergrünende Streptokokken	Zahl d. Laktobazillen in 0,2ml der Speichel- verd. 10^{-2} auf Milchagar
--	------------------------------------	--

1. Speichelprobe vor d. Zähneputzen	608,2	330,2	159,6
2. Speichelprobe sofort nach d. Z. putzen	304,0	131,9	184,7
3. Speichelprobe 20 Min. später	251,2	130,5	154,8
4. Speichelprobe 40 Min. später	274,2	128,9	124,9

Werte in % umgerechnet

2. Speichelprobe Reduktion um	50,0%	Reduktion um 60,0%	Anstieg um	15,7%
3. Speichelprobe Reduktion um	17,4%	" " 1,1%	Reduktion um	16,2%
4. Speichelprobe Anstieg um	9,2%	Anstieg " 1,2%	" "	19,3%

2.) Nach 14-tägiger Benutzung

1. Speichelprobe vor d. Zähneputzen	603,3	322,2	90,7
2. Speichelprobe sofort nach d. Z. putzen	322,0	136,4	130,0
3. Speichelprobe 20 Min. später	268,1	124,4	108,5
4. Speichelprobe 40 Min. später	300,2	124,0	95,0

Werte in % umgerechnet

2. Speichelprobe Reduktion um	46,6%	Reduktion um 57,6%	Anstieg um	43,3%
3. Speichelprobe Reduktion um	16,7%	" " 8,8%	Reduktion um	16,5%
4. Speichelprobe Anstieg um	12,0%	unverändert	" "	12,4%

Auch bei einer weiteren Zahnpasta mit inkorporierten Fluor-salzen stellten wir die gleichen Bewegungen im bakteriologischen Speichelbild fest, die wir schon bei der Besprechung der Ergebnisse mit einer neutralen Zahnpaste beschrieben haben.

Um feinere Unterschiede in der Einwirkung auf das bakteriologische Speichelbild erfassen zu können, haben wir unsere Ergebnisse mit der neutralen und der zweiten Fluor-Zahnpaste graphisch gegenüber gestellt (Abb.1).

Abb.1 : Graphische Darstellung der Bewegungen im bakteriologischen Speichelbild unter

_____ der neutralen Paste
 der fluorhaltigen Paste

Aus der graphischen Darstellung unserer Ergebnisse mit einer neutralen Zahnpaste und einer Zahnpaste mit Zusatz von Fluorsalzen erkennen wir, dass unter dem Fluoreinfluss die Speichel-Streptokokken deutlicher und nachhaltender als durch eine neutrale Zahnpaste reduziert werden.

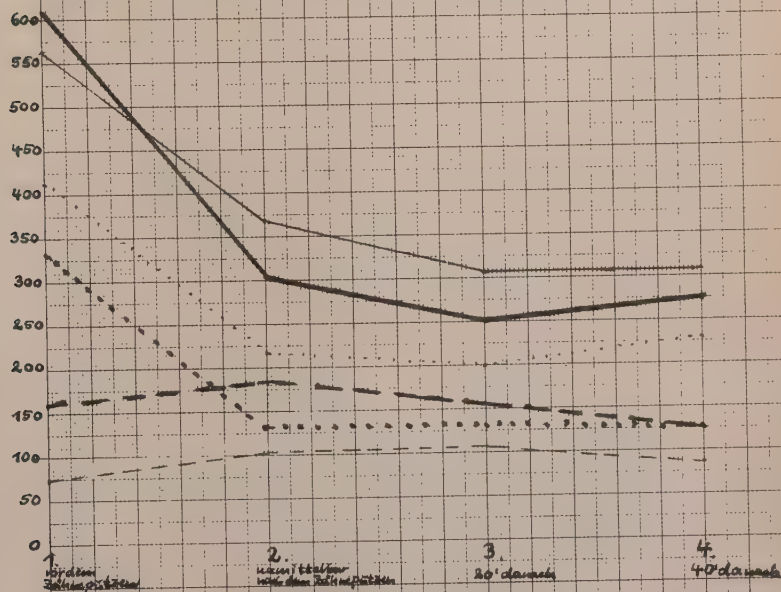
Nach Benutzung der neutralen Zahnpaste fiel die durchschnittliche Keimzahl der Speichel-Streptokokken von 413,3 auf 230,1 und bei der zweiten Testung von 292,5 auf 211,1 in 0,2ml der Speichelverdünnung 10^{-6} ab. Während der Versuchsdauer wurde folglich die Streptokokkenkeimzahl von 413,3 auf 211,1 durch die neutrale Zahnpaste reduziert.

Bei der fluorhaltigen Zahnpaste stellten wir bei der erstmaligen Benutzung einen Abfall der Speichel-Streptokokken von 330,2 auf 122,6 und 14 Tage später von 322,2 auf 124,0 fest. Hier beobachteten wir in der gesamten Versuchszeit einen Abfall von 330,2 auf 124,0, was einer Reduktion von 62,45% entspricht. Damit war die Reduktion der Streptokokkenzahl unter der fluorhaltigen Zahnpaste (rosa) deutlicher als unter der neutralen Zahnpaste.

Die Laktobazillen verhielten sich wie folgt:

Die neutrale Zahnpaste bewirkte in der ersten Testung einen geringen Anstieg von 75,0 Keimen in 0,2ml der Speichelverdünnung 10^{-2} auf 88,6 Keime. Nach 14-tägigem Putzen, bei der zweiten Testung also, konnte dieser Anstieg nicht mehr beobachtet werden. Vor dem Zähneputzen stellten wir nur 42,5 Keime

Abb. 1 Erstmalige Benützung der Zahnpasta

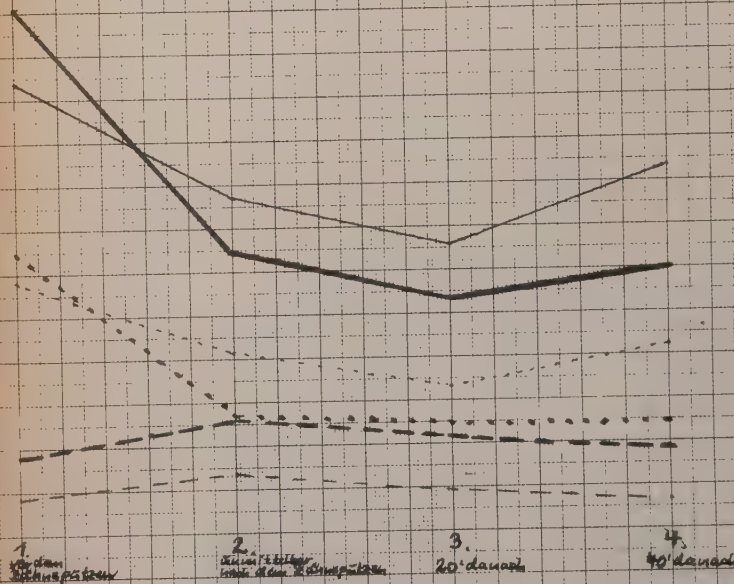


Gesamtkeimzahl in 0,2 ml der Speichelverdünnung 10^{-5}

Vergrün. Streptokokken $\times 0,2$ " " " " 10^{-6}

Laktobazillen $\times 0,2$ " " " " 10^{-2}

Nach 14-tägiger Benützung



im Durchschnitt in 0,2ml Speichel fest, was seine Erklärung darin findet, dass die Probanden während der ganzen Dauer des Versuchs ihre Zähne gründlicher pflegten. Durch das intensive Putzen wurden die Beläge entfernt, so dass bei der zweiten Testung die Laktobazillen auch nicht mehr so stark aus den Belägen mobilisiert werden konnten.

Bei der fluorhaltigen Zahnpasta (rosa) betrug die durchschnittliche Keimzahl an Laktobazillen 159,6 und zu Ende des Versuchs 95,0. Es trat somit eine Reduktion um 40,5% ein.

Wir haben uns bisher bewusst bei der Auswertung der Ergebnisse auf die Gegenüberstellung der mit der fluorhaltigen Paste gewonnenen Werte mit denen der neutralen Paste beschränkt, weil bei der Paste rosa die typische Fluoridwirkung auf Speichelbakterien deutlicher in Erscheinung trat als bei der anderen Paste.

Auf eine genauere statistische Auswertung wurde verzichtet, weil nicht bei allen 28 Versuchspersonen alle Werte bestimmt waren. Dadurch erhalten allerdings alle quantitativen Angaben, insbesondere die Vergleiche der Mittelwerte nur den Charakter von Hinweisen, da ohne Prüfung der Zufallsgrenzen der Unterschiede keine Verallgemeinerung der Ergebnisse möglich ist.

IV. D i s k u s s i o n d e r e r z i e l t e n U n t e r s u c h u n g s e r g e b n i s s e

Der Wirkungsmechanismus des Fluor wird heute nicht nur in der sogenannten Zahnhärtung gesehen, sondern auch darin, dass durch Fluor die Glykolyse in der Mundhöhle über die Wachstumshemmung glykolytischer Bakterien gehemmt wird. Dabei ist die wachstumshemmende Wirkung der Fluoride auf die glykolytischen Laktobazillen erheblich schwächer als auf die ebenfalls glykolytischen Speichel-Streptokokken, was von Lammers und Hafer (43) schon 1953 beschrieben wurde. Lammers und Hafer erklären die Beobachtung über ein verringertes Vorkommen der Laktobazillen im Speichel endemischer Fluorose damit, dass Fluor in die Symbiose von Streptokokken und Laktobazillen eingreift und so über die Mundstreptokokken auch die Laktobazillen reduziert. Diese Erklärung findet auch in unsern Versuchsergebnissen eine Bestätigung, denn auch wir stellten eine selektive Reduktion der Streptokokkenflora durch eine zinnfluoridhaltige Zahnpaste fest.

V. Z u s a m m e n f a s s u n g

Für die Volksgesundheit ist es heute bedeutsamer denn je, die Prophylaxe der Zahnkaries und der Parodontalerkrankungen zu verbessern. Zwei Wege stehen hierfür offen :

1. Die Verbesserung und Intensivierung der individuellen, gezielten Prophylaxe durch den Zahnarzt.
2. Die kollektive Prophylaxe durch eine verbesserte Mundhygiene über Zahn- und Mundpflegemittel.

Es war zu untersuchen, ob die Analyse der Speichelflora bei Benutzung unterschiedlicher Zahnpasten Aussagen über ihren hygienischen Wert zulässt.

Aus dem Verhalten des bakteriologischen Speichelbildes bei Benutzung einer neutralen Zahnpaste und von zwei Zahnpasten mit Zusätzen unterschiedlicher Fluorsalze liessen sich folgende Wirkungsweisen erkennen :

1. Bei Zahnpasten mit und ohne Zusatz von Fluorsalzen steht der mechanisch - reinigende Effekt im Vordergrund.
2. Kurz nach dem Zähneputzen ist die Zahl koloniebildender Laktobazillen im Speichel erhöht, was als Ausdruck der Mobilisierung dieser Keime aus dem Zahnbelag gewertet wurde.
3. Der Angriffspunkt von Fluor scheint die Streptokokkenflora des Speichels zu sein, die geringfügig stärker als die Gesamtflora reduziert wurde.
4. Weder durch die neutrale Zahnpaste, noch durch Zahnpasten mit Fluorsalzen wurde eine deutliche und nachhaltige Veränderung des individuellen bakteriologischen Speichelbildes bewirkt.

Auch in unseren Untersuchungsergebnissen zeigte es sich, dass

eine absolute Wertung von Keimzahlen unmöglich ist, wenn diese nicht im parallelen Ansatz ermittelt wurden. Die Zahl der ermittelten koloniebildender Bakterien differierte geringfügig, wenn der gleiche Nährbodenansatz 14 Tage später erneut zur Keimzählung herangezogen wurde.

VI. S c h r i f t t u m

- 1.) Arnold, F.A., Dean, H.T. and Singleton, D.E.Jr.: Effect of caries incidence of single topical application of fluoride solution to teeth of young adult males of military population.
J.Dent.Res. 23 (1944) 155-162.
- 2.) Baume, L.J.: Zur Entwicklung von Normen für eine Epidemiologie der Zahn-Mund-und Kieferkrankheiten.
Zahnärztl.Welt/Reform 64 (1963) 15-19.
- 3.) Bibby, B.G.: A test of the effect of fluoride-containing dentifrices on dental caries.
J.Dent.Res. 24 (1945) 297-303.
- 4.) Bibby, B.G.: Fluoride mouthwashes, fluoride dentifrices and other uses of fluorides in control of caries.
J.Dent.Res. 27 (1948) 367-375.
- 5.) Bibby, B.G. and van Kesteren, M.: The effect of fluorine on mouth bacteria.
J.Dent.Res. 19 (1940) 391-402.
- 6.) Bramstedt, F., Kröncke, A., Naujoks, R., Vonderlinn, R.: Die Verbrennung organischer Substrate im Speichel kariesresistenter und kariesanfälliger Personen.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 9 (1954) 782-791.
- 7.) Brauer, A.: Die Wirkung von fluorhaltiger Zahnpaste auf die Bakterien der Mundhöhle, insbesondere auf das Bacterium acidophilum des Speichels.
Zahnmed.Diss.Marburg 1956
- 8.) Burnett, G.W.: The respiration rate of human saliva.
J.Dent.Res. 31 (1952) 468-469.
- 9.) Clapper, W.E.: The effect of sodium fluoride on the metabolism of oral Lactobacilli.
Proc.Soc.Exper.Biol.Med. 65 (1947) 333-336.
- 10.) Costich, E.R. and Hein, J.W.: Clinical study of the effects of a tooth paste containing sodium copper chlorophyllin on oral bacteria and gingival disease.
J.Dent.Res. 31 (1952) 474-475.
- 11.) Dentay, J.T. and Rea, J.J.: Phosphatase in saliva.
J.Dent.Res. 28 (1949) 68-71

- 12.) Eggers-Lura, H.: Die Bedeutung der Phosphatasen in der Kariespathogenese.
Stoma 2 (1949) 109-119.
- 13.) Eichler, O. u. Appsl, I.: Über die Fluoraufnahme in Zähne, die mit fluorhaltiger Zahnpaste behandelt wurden.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 7 (1952) 708-711.
- 14.) Fitzgerald, R. F.: Preliminary studies on the presence of acid phosphatase in certain oral microorganisms.
J. Dent. Res. 31 (1952) 189-194.
- 15.) Fosdick, L. S.: A new approach to the problem of dental caries control.
J. Dent. Res. 32 (1953) 486-496.
- 16.) Fosdick, L. S.: Reduction on the incidence of dental caries. I. Immediate toothbrushing with a neutral dentifrice.
J. Amer. Dent. Ass. 40 (1950) 133-143.
- 17.) Fosdick, L. S., Ludwick, W. E., Schantz, C. W., Lakes, G.: The absorption of enzyme inhibitors and antibiotics in dental plaques.
J. Amer. Dent. Ass. 43 (1951) 26-28.
- 18.) Gerke, J. u. Spitzbart, A.: Die Beeinflussung der Säurebildner der Mundhöhle durch neuartige Zahn- und Mundpflegemittel.
Zahnärztl. Rundsch. 60 (1951) 471-475.
- 19.) Green, G. E. and Dodd, M. C.: Resistance of oral lactobacilli to sodium fluoride.
J. Amer. Dent. Ass. 54 (1957) 654-656.
- 19a) Hadley, F. P.: Quantitative method for estimating bacillus acidophilus in saliva.
J. Dent. Res. 13 (1933) 415-428.
- 20.) Hafer, H.: Die Zahnpasta vom biologischen Gesichtspunkt. Eine Erwiderung auf die Arbeit von H. Eggers-Lura.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 9 (1954) 609-616.
- 21.) Hafer, H.: Die Säurebildung von Mundbakterien und ihre Aktivierung und Hemmung.
Stoma 7 (1954) 227-237.
- 22.) Hein, J. W. and Shafer, W. G.: Chlorophyll as a potential caries preventive agent.
Penn. Dent. J. 16 (1949) 221-225.

- 23.) Hein, J.W. and Shafer, W.G.: Further studies on the inhibition of experimental caries by sodium copper chlorophyllin.
J.Dent.Res. 30 (1951) 510.
- 24.) Herberholz, M.L.: Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss einiger neuerer Zahnpasten auf die Bakterienbesiedlung der Mundhöhle.
Zahnmed.Diss.Münster 1956.
- 25.) Henschel, Ch.J. and Lieber, L.: Caries incidence reduction by unsupervised use of 27,5 per cent ammonium therapy dentifrice
J.Dent.Res. 28 (1949) 248-257.
- 25a) Herrmann, M., Rozeik, F., Lammers, Th.: Über die Beziehung zwischen Bakterien- und Kariesentwicklung.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 15 (1960) 1376-1382.
- 26.) Heuser, H. u. Kessler, W.: Verminderung der Zahl von Neuerkrankungen an Zahnkaries durch Fluorpinselungen und Ammoniumionhaltige Zahnpflegemittel.
Zahnärztl.Rundsch. 61 (1952) 603-605.
- 27.) Hill, T.J. and Kniesner, A.H.: Penicillin dentifrice and dental caries experience in children.
J.Dent.Res. 28 (1949) 263-266.
- 28.) Hill, T.J.: The use of penicillin in dental caries control.
J.Dent.Res. 27 (1948) 259-266.
- 29.) Hill, T.J., Sims, J. and Newmann, M.: Effect of penicillin dentifrice on the control of dental caries.
J.Dent.Res. 32 (1953) 448-452.
- 30.) Hodge, H.C.: The concentration of fluorides in drinking water to give the point of minimum caries with maximum safety.
J.Amer.Dent.Ass. 40 (1950) 436-439.
- 31.) Jay, P., Arnold, F.A.: Epidemiological aspects of oral Lactobacillus counts of fluoride and non-fluoride areas.
J.Amer.Coll.Dentists 12 (1945) 54.
- 32.) Jenkins, G.N., Wright, D.E.: The role of ammonia in dental caries.
Brit.Dent.J. 5 (1951) 117-130.

- 33.) Jordan, W.A., Peterson, J.K.: Caries-inhibiting value of a dentifrice containing stannous fluoride: first year report of a supervised tooth-brushing study.
J.Amer.Dent.Ass. 54 (1957) 589-594.
- 34.) Kerr, D.W., Kesel, R.G.: Two-year caries control study utilizing oral hygiene and an ammoniated dentifrice.
J.Amer.Dent.Ass. 42 (1951) 180-188.
- 35.) Kesel, R.G.: The effectiveness of dentifrices, mouthwashes and ammonia-urea compounds in the control of dental caries.
J.Dent.Res. 27 (1948) 244-258.
- 36.) Kröncke, A., Naujoks, R.: Biochemische Speicheluntersuchungen.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 9 (1954) 565-567.
- 37.) Kröncke, A., Naujoks, R.: Untersuchungen über Phosphatasen im Speichel kariesresistenter und kariesanfälliger Personen.
Dtsch.Zahn-Mund-Kieferhk. 17 (1952) 202-214.
- 38.) Kröncke, A., Ahrens, G., Heitmann, E.: Beiträge zur Kenntnis der Fluorwirkung auf Speichelphosphatasen.
Stoma 10 (1957) 151-161.
- 39.) Lammers, Th.: Biologische Studien über die Mundflora und Mundhygiene.
Dtsch.Zahn-Mund-Kieferhk. 18 (1953) 378-396.
- 40.) Lammers, Th.: Ernährung und Bakterienflora.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 8 (1953) 55-60.
- 41.) Lammers, Th.: Die Bedeutung der Zahnpasta für die Kariesprophylaxe.
Dtsch.Zahnärztebl. 8 (1954) 643-647.
- 42.) Lammers, Th.: Biologische Wirkungen oberflächenaktiver Stoffe in Zahnpasten.
Fette, Seifen, Anstrichmittel 63 (1961) 628-630.
- 43.) Lammers, Th., u. Hafer, H.: Phosphataseaktivität und ihre Hemmung durch Fluor.
Arzneimittel-Forsch. 3 (1953) 564-565.
- 44.) Lammers, Th., u. Hafer, H.: Biologie der Zahnkaries.
Heidelberg 1956. S. 56
- 45.) Lefkowitz, W. and Singer, A.J.: The effect of urea and diammoniumphosphat on the pH of the tooth surface.
N.Y.State Dent.J. 17 (1951) 159-163.

- 46.) Ludwick, W.E., Fosdick, L.S., Schantz, C.W.: Effect of dentifrices on lactobacillus counts: antibiotics and enzyme inhibitors.
J.Amer.Dent.Ass. 43 (1951) 285-289.
- 47.) McClendon, J., u.a.: Experimental cariostasis in rats on a tea diet of high fluorine content.
J.Dent.Res. 36 (1957) 220-222.
- 48.) McClure, F.J. and Hewitt, W.L.: Relation of penicillin to induced rat dental caries and oral Lactobacillus acidophilus.
J.Dent.Res. 25 (1946) 441-443.
- 49.) McKay, F.S.: Fluorine content of certain waters in relation to the production of mottled enamel.
J.Amer.Dent.Ass. 19 (1932) 1715-1725.
- 50.) Muhler, J.C., u.a.: Effect of a stannous fluoride-containing dentifrice on caries reduction in children. II. Caries experience after one year.
J.Amer.Dent.Ass. 50 (1955) 163-166.
- 51.) Muhler, J.C., u.a.: Effect of a stannous fluoride-containing dentifrice on caries reduction in children.
J.Dent.Res. 33 (1954) 606-612.
- 52.) Müller, R.: Experimentelle und klinische Ergebnisse zur Frage der Bedeutung von chlorophyllhaltiger Zahnpaste für die Kariesprophylaxe.
Zahnmed.Diss. Marburg 1954
- 53.) Sauerwein, E.: Die bakteriostatische, enzymhemmende und säure-resistenzsteigernde Wirkung des Natriumfluorids.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 10 (1955) 908-913.
- 54.) Shaner, E.O. and Smith, R.R.: Clinical and bacteriological studies of the use of a fluoride dentifrice.
J.Dent.Res. 25 (1946) 121-126.
- 55.) Shaw, J.H.: Ineffectiveness of sodium copper chlorophyllin in prevention of experimental dental caries.
N.Y.Dent.J. 16 (1950) 503.
- 56.) Stephan, R.M.: Intra-oral hydrogen-ion concentrations associated with dental caries activity.
J.Dent.Res. 23 (1944) 257-266.

- 57.) Stephan, R.M.: The effect of urea in counteracting the influence of carbohydrates on the pH of dental plaques. J.Dent. Mes. 22 (1943) 63-71.
- 58.) Stephan, R.M. and Miller, B.F.: Effectiveness of urea and of synthetic detergents in reducing activity of human dental caries. Proc.Soc.Exper.Biol.Med. 55 (1944) 101-104.
- 59.) Stephan, R.M. and Miller, B.F.: A quantitative method for evaluating physical and chemical agents which modify production of acids in bacterial plaques on human teeth. J.Dent. Res. 22 (1943) 45-51.
- 60.) Stephan, R.M.u.a.: Comparative effects of penicillin, bacitracin, chloromycetin, aureomycin and streptomycin on experimental dental caries and on certain oral bacteria in the rat. J.Dent. Mes. 31 (1952) 421-427.
- 61.) Walsh, J.P. and Smart, R.S.: Clinical trial of a penicillin tooth powder. N.Zealand Dent.J. 47 (1951) 118.
- 62.) Webmann, H., Hill, T.J. and Kniesner, A.H.: The effect of penicillin on dental caries in rats fed on a coarse corn diet. J.Dent. Mes. 28 (1949) 258-262.
- 63.) Werner, R.u. Hafer, H.: Untersuchungen über die Möglichkeit einer Kariesprophylaxe mit Chlorophyll. Dtsch.zahnärztl.Zschr. 7 (1952) 920-926.
- 64.) Zander, H.A.: Effect of a penicillin dentifrice on caries incidence in school children. J.Amer.Dent.Ass. 40 (1950) 569-574.
- 65.) Zander, H.A. and Bibby, B.G.: Penicillin and caries activity. J.Dent. Mes. 26 (1947) 365-368.
- 66.) Zander, H.A., Lisanti, V.F. and Shiere, F.R.: The validity of hamster studies in caries control. J.Dent.Res. 30 (1951) 139-144.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor
Dr.med.Th.Lammers besonders danken für die stete Unter-
stützung und Förderung, die er der Arbeit zuteil werden
liess.

Herrn Professor Dr.med.H.Kliewe danke ich für seine
Mühen als Correferent.

Lebenslauf

Am 19. Februar 1927 wurde ich als Tochter des Kaufmanns Ernst Kalckbrenner und seiner Ehefrau Berta, geb. Moog in Saarbrücken geboren. Nach Vollendung des 6. Lebensjahres kam ich in die Volksschule zu Altenglan/Pfalz. Im Jahre 1937 trat ich in die Mädchenoberschule in Kusel ein und trat im Jahre 1942 in die 6. Klasse der Mädchenoberschule zu Homburg/Saar über. Das im Rahmen der letzten Kriegswochen automatisch erteilte Reifezeugnis machte die Teilnahme an einem Sonderlehrgang für Abiturienten notwendig. Am 25. März 1947 erhielt ich dann von der Staatl. Elisabeth-Schule in Marburg/Lahn das Reifezeugnis.

Im Sommer 1947 begann ich, an der Johannes Gutenberg - Universität Mainz Zahnmedizin zu studieren. Ein Jahr später unterbrach ich mein Studium als Folge der Währungsreform.

Im Jahre 1951 heiratete ich den Zahnarzt Dr. Erwin Mattern.

Im Sommer 1958 nahm ich mein zahnmedizinisches Studium wieder auf. Im September 1959 verstarb mein Mann.

Am 30. April 1960 erhielt ich das Zeugnis über die bestandene zahnärztliche Vorprüfung und am 30. Januar 1963 wurde mir die Approbation erteilt. Nach Ableistung der Pflicht-Assistentenzeit möchte ich die verwaiste Praxis meines verstorbenen Mannes übernehmen.

